

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias de la Salud

**Perfil epidemiológico de la enfermedad de Chagas en la
costa sur del Ecuador: estudio piloto sobre la infección de
Trypanosoma cruzi en el vector *Triatoma dimidiata*
Proyecto de Investigación**

Bárbara Daniela Mantilla Sandoval

Medicina

Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de
Médico

Quito, 14 de diciembre de 2015

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

COLEGIO CIENCIAS DE LA SALUD

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Perfil epidemiológico de la enfermedad de Chagas en la costa sur del Ecuador:
estudio piloto sobre la infección de *Trypanosoma cruzi* en el vector *Triatoma
dimidiata***

Bárbara Mantilla

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Renato León , Ph.D.

Firma del profesor

Quito, 14 de diciembre de 2015

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante:

Nombres y apellidos:

Bárbara Daniela Mantilla Sandoval

Código:

21570

Cédula de Identidad:

1712624384

Lugar y fecha:

Quito, diciembre de 2015

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el Chancellor's Grant de la Universidad San Francisco de Quito. Agradezco al Ministerio de Salud Pública por facilitar la búsqueda y colección de los insectos vectores en el área de estudio. Agradezco también a David Salomón, David Guevara, Daniela Zuñiga y Antonia Castells del programa de pregrado en Biotecnología (USFQ) así como también a Ana María Salinas y Melina Rodríguez del programa de maestría en Microbiología (USFQ), por su ayuda en el trabajo de campo. Agradezco a Renato León (Entomología médica-USFQ), Mauricio Lascano (División de Enfermedades Parasitarias y Malaria-CDC) y Pablo Endara (Colegio de Ciencias de la Salud-USFQ) por su guía, conocimientos y constante ayuda en el estudio.

Finalmente, agradezco a Juan Pablo Álvarez y a mi familia por el inmenso apoyo y motivación durante este proceso.

RESUMEN

La Enfermedad de Chagas es una infección parasitaria prevalente y potencialmente fatal, que afecta a millones de personas, especialmente en América Latina. El agente causal de esta enfermedad es el protozooario *Trypanosoma cruzi*, que es transmitido por insectos hematófagos de la subfamilia Triatominae. El objetivo de este estudio es analizar la infección por *Trypanosoma cruzi* en el vector *Triatoma dimidiata* en un área rural de la costa sur del Ecuador. Las búsquedas de triatominos se llevaron a cabo en hábitats peridomésticos de viviendas ubicadas en Bajada de Chanduy, un pueblo rural en el borde entre las provincias de Santa Elena y Guayas. Las muestras de heces y contenido intestinal fueron extraídas de los insectos y observadas en el microscopio para detectar la presencia de tripanosomas móviles. Aproximadamente 72% de los insectos analizados estaban infectados con tripanosomas. Este porcentaje refleja la presencia de focos activos de *T. cruzi* y el potencial riesgo que esto implica para los habitantes de los pueblos en el área de estudio. Adicionalmente, se encontró una asociación significativa entre la presencia de triatominos y ciertas características propias de la casa y/o el peridomicilio: casas con paredes de madera ($p=0.006$), animales domésticos ($p=0.027$), gallinero ($p=0.027$), caña almacenada ($p=0.004$) y la proximidad de la vivienda a la vegetación ($p=0.034$). Los resultados de todos estos análisis permiten un mayor conocimiento de la epidemiología de la Enfermedad de Chagas en las zonas rurales del Ecuador, lo que constituye un paso esencial en el desarrollo de estrategias de control y prevención para la transmisión de este parásito patógeno.

Palabras clave: Enfermedad de Chagas, *Trypanosoma cruzi*, *Triatoma dimidiata*, triatomino, chinchorro, Ecuador.

ABSTRACT

Chagas disease is a prevalent and potentially fatal parasitic infection that affects millions of people, especially in Latin America. The causative agent of the disease is the protozoan *Trypanosoma cruzi*, transmitted mainly by blood-sucking insect vectors of the subfamily Triatominae. The objective of this study was to analyze the infection by *Trypanosoma cruzi* in the vector *Triatoma dimidiata* in a rural area of Southern coastal Ecuador. Triatominae searches were carried out in peridomestic habitats of households located in Bajada de Chanduy, a rural village in the border between Santa Elena and Guayas provinces. Feces and intestinal contents were extracted from the insects and observed in the microscope for the presence of mobile trypanosomes. Approximately 72% of the insects analyzed were infected with trypanosomes. This percentage reflects the occurrence of active foci of *T. cruzi* and the potential risk that this poses for people living in rural villages in the study area. Moreover, there was a significant association between the presence of triatomines and certain characteristics of the house and its surroundings: wooden house walls ($p=0.006$), domestic animals ($p=0.027$), hen house with chickens ($p=0.027$), stored reed ($p=0.004$) and the proximity to vegetation ($p=0.034$). The results will provide a better understanding of the epidemiology of Chagas disease in rural Ecuador, which is an essential step in the development of control and prevention strategies for the transmission of this pathogenic parasite.

Key words: Chagas Disease, *Trypanosoma cruzi*, *Triatoma dimidiata*, triatomine, kissing bug, Ecuador.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	10
Objetivos generales y específicos.....	16
Pregunta de investigación	17
Hipótesis.....	18
Justificación.....	19
Metodología.....	22
Conclusiones.....	28
Referencias bibliográficas.....	25
Anexo A: Tablas.....	40
Anexo B: Figuras	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Potenciales factores de riesgo asociados a la infestación domiciliar por el vector *T. dimidiata* en el barrio Santa Rosa, Bajada de Chanduy.....40

Tabla 2. Índices entomológicos del vector *T. dimidiata* recolectado en Bajada de Chanduy.....41

Tabla 3. Vectores *T. dimidiata* infectados con *T. cruzi* de acuerdo a su estadio de desarrollo.....42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio: Barrio Santa Rosa, comuna Bajada de Chanduy, provincia de Santa Elena, Ecuador..... 43

Figura 2. Barrio Santa Rosa, Bajada de Chanduy.....44

INTRODUCCIÓN

Trypanosoma cruzi es un parásito protozoario flagelado causante de la enfermedad de Chagas que se transmite por medio de un insecto Hemíptero Reduideo de la subfamilia Triatominae, comúnmente llamado chinchorro. La infección aguda es de difícil diagnóstico, mientras que la infección crónica constituye un grave problema de salud. Esta última, particularmente, provoca patología cardíaca en 30% de los casos y digestiva y/o neurológica en 10% de los caso, lo que incapacita significativamente al paciente (World Health Organization [WHO], 2013). No existe vacuna o tratamiento efectivo disponible. La enfermedad se transmite por medio de las heces infectadas del vector, el cuál defeca inmediatamente después a la ingesta de sangre del hospedador. El parásito, presente en las heces del insecto, ingresa al hospedador a través de la piel o de las mucosas. La transmisión vectorial se limita al continente Americano. Existen otras formas de transmisión menos frecuentes que la vectorial, tales como la transmisión oral, transfusional, accidental o congénita. Luego de la infección inicial el paciente permanece en la mayoría de casos asintomático por varios años hasta que finalmente se da daño orgánico crónico irreversible.

La enfermedad de Chagas es una zoonosis potencialmente fatal en el ser humano. Si los pacientes no son tratados, permanecen infectados de por vida. El periodo de incubación luego de la transmisión vectorial es de 1-2 semanas. La enfermedad se presenta en dos fases clínicas: aguda y crónica. La fase aguda es asintomática en la mayoría de casos, por lo que muchas personas pueden pasar años sin conocer su estado de infección. Esta infección inicial también puede manifestarse con linfadenopatía regional y edema cutáneo (chagoma) o palpebral (clásico Signo de Romana), ya que tanto la piel como las conjuntivas permiten la

entrada del parásito. En una minoría, la infección aguda se presenta con fiebre, hepatoesplenomegalia e insuficiencia cardíaca aguda por diseminación sistémica del patógeno. La fase aguda severa ocurre en menos del 1% de las infecciones, es más común en niños y es fatal en aproximadamente 10% de los casos en la población pediátrica (“Chagas Disease”, 2015). En personas que sobreviven la fase aguda, la respuesta inmunológica mediada por células, la misma que controla la replicación parasitaria y la parasitemia desaparece en 4-8 semanas (Bern, 2015). En la mayoría de pacientes los síntomas se resuelven espontáneamente y pasan a una fase crónica indeterminada en donde pueden permanecer varios años con una infección subclínica. Aproximadamente 70-80% de la población infectada permanecen en la fase indeterminada (asintomática) de por vida. Sin embargo, 20-30% de las personas en fase indeterminada evolucionan a una fase determinada o sintomática desarrollando cardiomiopatías y/o enfermedad gastrointestinal (Bern, 2015). Una vez que se presentan estos síntomas, no existe tratamiento que revierta el daño multiorgánico. En personas inmunocomprometidas, puede ocurrir reactivación de la infección con síntomas típicos de la fase aguda tales como meningoencefalitis, abscesos cerebrales y miocarditis junto con cardiomiopatía crónica preexistente (Bern, 2015).

Los signos tempranos de enfermedad cardíaca incluyen problemas de conducción cardíaca y contracciones ventriculares prematuras. Posteriormente, desarrollan arritmias fatales (fibrilación auricular, taquicardia ventricular) y eventualmente progresan a cardiomiopatía dilatada. Un estudio retrospectivo de cohorte en Brasil indicó una progresión anual a cardiomiopatía de 1.85% (Bern, 2015). Tanto la virulencia de la cepa de *T. cruzi* y su tropismo tisular así como también la respuesta inmunológica del huésped, contribuyen a la lesión irreversible en el músculo cardíaco. Se propone que la superinfección por exposición

permanente al vector, sostiene la carga tisular antigénica y la consecuente respuesta inflamatoria crónica. Es decir, la infección repetida del ser humano por una presencia sostenida del vector en áreas peridomiciliarias influye en la severidad del cuadro clínico. Esta es una de las razones por las que la prevalencia de la cardiomiopatía ha disminuido en áreas con control vectorial efectivo. Adicionalmente, aunque se desconoce completamente la fisiopatología de la enfermedad cardíaca, se cree que la persistencia parasitaria es un factor determinante, lo que indica la necesidad urgente de buscar un tratamiento antiparasitario efectivo durante la fase crónica (Bern, 2015).

La enfermedad gastrointestinal es menos frecuente que la cardíaca y es más común en el cono Sur de Latinoamérica (Argentina, Bolivia, Chile, Brasil) (Bern, 2015). Esto revela que el patrón geográfico o a su vez las diferencias en genotipos de *T.cruzi*, podrían influir en el tipo de órgano afectado. Chagas se presenta predominantemente en el esófago, colón o ambos, generando daño en las neuronas intramurales y alteración en la motilidad. Al igual que en el corazón, el parásito causa visceromegalias (megaesofago y megacolon) que se acompañan de síntomas tales como disnea, disfagia y constipación.

El diagnóstico en las presentaciones aguda, congénita y reactivada se basa en la detección de parásitos mientras que el diagnóstico de la enfermedad crónica se basa en serología. En particular, durante la fase aguda se utiliza microscopía para la observación de tripomastigotes móviles en frotis sanguíneo o métodos moleculares más sensibles tales como el PCR. Durante la fase crónica se utiliza ELISA (ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas) o IFA (ensayo de inmunofluorescencia) para detectar anticuerpos IgG contra antígenos de *T.cruzi*. Sin embargo, la sensibilidad y especificidad de las pruebas diagnósticas es limitada por lo que la OMS recomienda el diagnóstico utilizando dos pruebas basadas en

diferentes antígenos (“Chagas Disease”, 2015). Además no existen métodos para detectar efectivamente al Chagas congénito y a la infección en pacientes inmunosuprimidos (“Chagas Disease”, 2015). Es por esta razón que hay una gran necesidad de desarrollar pruebas diagnósticas efectivas, rápidas y económicas en áreas remotas y endémicas.

Adicionalmente, no existe vacuna y al momento ninguna droga está aprobada por la FDA para la enfermedad de Chagas. Las drogas antiparasitarias más utilizadas para el tratamiento son benznidazole y nifurtimox, las cuales son efectivas en 60-85% de los casos agudos (“Chagas Disease”, 2015). Los porcentajes de cura alcanzan el 100% en los recién nacidos tratados durante los primeros meses de vida (“Chagas Disease”, 2015). El tratamiento es más efectivo en niños que en adolescentes y adultos. En particular, los porcentajes de cura alcanzan el 100% en los recién nacidos tratados durante los primeros meses de vida (“Chagas Disease”, 2015). Hoy en día, los fármacos se dan tanto en la fase aguda como crónica pero se recomiendan particularmente en pacientes menores de 55 años y sin evidencia de cardiomiopatía avanzada (Bern, 2015). Por lo tanto, el diagnóstico y manejo oportuno son determinantes claves del pronóstico de los pacientes con Chagas. Los ensayos clínicos de nuevas drogas están limitados por falta de una prueba diagnóstica, sensible y práctica, durante la fase crónica o un marcador serológico de resolución de la enfermedad. Los marcadores serológicos actuales responden lentamente post-tratamiento y la seroconversión ocurre en años a décadas (Bern, 2015).

Alrededor de 8 millones de personas están infectadas a nivel mundial con la enfermedad de Chagas, 10, 000 personas mueren al año por complicaciones asociadas, y únicamente existen 2 drogas disponibles para su tratamiento (WHO, 2013). Según la OMS, la enfermedad de Chagas se considera una enfermedad tropical desatendida a nivel mundial y que

principalmente afecta a la población de bajos recursos en América Latina. En particular, el parásito *T. cruzi* se encuentra en áreas rurales endémicas en 21 países de esta región (WHO, 2013). En Ecuador se estima que 170,000 personas son seropositivas para *T. cruzi* y 4.400 adquieren la infección cada año, resultando en 300 muertes por causas directamente relacionadas a la enfermedad de Chagas (Guhl, 2007). La mayoría de estudios epidemiológicos en Ecuador se han realizado principalmente en las provincias de Loja, Manabí, Guayas y El Oro, donde se ha encontrado una seropositividad del 3.03% (Guhl, 2007). Estas áreas constituyen el hábitat de al menos 5 especies de insectos triatomíneos, responsables de gran parte de la transmisión vectorial de la enfermedad de Chagas en el Ecuador (Aguilar, Abad-Franch, Racines & Paucar, 1999). *Rhodnius ecuadoriensis* y *Triatoma dimidiata* son los vectores más importantes. Se cree que *T. dimidiata* fue introducido desde América Central y su distribución fue amplia en las grandes ciudades de la costa, ahora se restringe a las provincias de Guayas, Santa Elena y Manabí (Guhl, 2007). Aparte de ocupar hábitats selváticos, este vector coloniza áreas domésticas y peridomésticas en donde factores domiciliarios tales como la presencia de animales domésticos y pobres condiciones sanitarias, se relacionan con la infestación. En particular, la transmisión de *T. cruzi* está altamente influenciada por la invasión y adaptación de este vector a hábitats intra y peridomiciliares (Aguilar, Abad-Franch, Dias, Junquera, & Coura, 2007). Por lo tanto, el presente estudio pretende investigar la prevalencia de la presencia del vector en áreas peridomiciliares, y la infección del parásito *T. cruzi* en el vector *T. dimidiata*. El estudio se llevó a cabo en Santa Rosa, Santa Elena, con el fin de identificar los factores epidemiológicos de relevancia para la transmisión y aportar al conocimiento de la dinámica de transmisión de la enfermedad de Chagas en un área prevalente de la costa Ecuatoriana.

OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

Objetivo general

Estudiar la epidemiología de la enfermedad de Chagas en Santa Rosa, costa sur del Ecuador a través de un estudio piloto sobre la infección de *Trypanosoma cruzi* en el vector *Triatoma dimidiata*.

Objetivos específicos

1. Determinar el número de vectores *T. dimidiata* por domicilio encontrados en Santa Rosa, Bajada de Chanduy y su estadio de desarrollo.
2. Determinar, por medio de microscopía, la prevalencia del parásito *T. cruzi* en el vector *T. dimidiata* en Santa Rosa, Bajada de Chanduy.
3. Identificar potenciales factores de riesgo, de la vivienda y área peridomiciliaria, asociados a la presencia del vector *T. dimidiata* en Santa Rosa, Bajada de Chanduy.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el porcentaje de infección del parásito *T.cruzi* en su vector *T. dimidiata* en Santa Rosa, costa sur del Ecuador?

¿Qué factores se asocian con la presencia del vector *T. dimidiata*?

HIPÓTESIS

Nula:

Factores propios de la vivienda como la estructura, el almacenamiento de material y la presencia de animales domésticos, no están asociados con la presencia del vector en áreas peridomiciliarias en Santa Rosa, Bajada de Chanduy, provincia de Santa Elena.

Alternativas:

Basado en estudios similares en zonas aledañas en la provincia de Guayas (Jiménez, 2013), creemos que existe un porcentaje de infección del parásito *T. cruzi* en el vector *T. dimidiata* mayor al 50%.

Existe una asociación positiva entre la presencia de triatominos y la estructura de la vivienda, la presencia de animales domésticos y el almacenamiento de material en áreas peridomiciliarias en Santa Rosa, Bajada de Chanduy.

JUSTIFICACIÓN

La enfermedad de Chagas es una infección parasitaria prevalente y potencialmente fatal, que afecta a millones de personas, especialmente en América Latina. El agente causal de esta enfermedad es el protozooario *Trypanosoma cruzi*, que es transmitido por insectos hematófagos de la subfamilia Triatominae. No existe método diagnóstico sensible, vacuna o tratamiento seguro y efectivo disponible. El perfil epidemiológico de la enfermedad de Chagas está determinado por la repetida transmisión vectorial doméstica en la población latinoamericana. La prevalencia de la enfermedad refleja la transmisión pasada por décadas y patrones de migración humana (Bern, 2015). Chagas continúa siendo una enfermedad parasitaria de difícil control y manejo en áreas endémicas.

Se considera a la enfermedad de Chagas como un importante problema de salud pública en Latinoamérica sobretodo en áreas tropicales y subtropicales que poseen hábitats ideales para la supervivencia del vector portador del parásito. El 80% de la transmisión de la enfermedad de Chagas es vectorial (Ministerio de Salud Pública [MSP], 2013). La población vulnerable y en riesgo de infección es de 3'500, 000 aprox, lo que constituye 25% de la población del Ecuador. Por sus condiciones ambientales, las provincias con el mayor número de casos confirmados entre 2008-2012 son las de la costa y el oriente, particularmente Manabí, Guayas, El oro, Sucumbíos y Orellana. En el 2008 y 2009 el 80% de los casos nuevos de Chagas registrados a nivel nacional corresponden a las provincias de Orellana y

Sucumbíos (MSP, 2013). La dinámica de transmisión y vectores involucrados en la región Amazónica son prácticamente desconocidos.

La incidencia de Chagas en el Ecuador, sin aplicación de medidas de control, es de aprox. 36 por 100, 000 habitantes, 4400 nuevas infecciones al año y una mortalidad anual de 1300 personas (MSP, 2013). Así también, las tasas de prevalencia durante 1990-2010 están entre 0.17 y 1.16 por 100,000 habitantes, con un incremento en los últimos 3 años. Al momento la prevalencia se estima que es del 1.38% de la población general (0.65% Sierra, 1.99% Costa, 1.75% Oriente), con un número aproximado de 197, 000 infectados (MSP, 2013).

Por otro lado, la enfermedad de Chagas tiene un importante impacto socioeconómico. En el Ecuador hay 35,000 casos de pacientes con enfermedad crónica sintomática, siendo en su mayoría personas con enfermedad cardíaca. Las pérdidas económicas a causa de la enfermedad son de aproximadamente 23 millones y las pérdidas de años de vida ajustados por discapacidad (AVADs) son de 35.000 AVADs/año (MSP, 2013).

El Ministerio de Salud Pública del Ecuador, a través del SNEM (Servicio Nacional de Control de Enfermedades Transmitidas por Vectores Artrópodos), mantenía varias estrategias para combatir la transmisión vectorial a nivel nacional por medio de la búsqueda intra y peridomiciliaria y la fumigación de las casas. Con el fin de evitar la reinfestación de las mismas, se realiza también actividades de vigilancia entomológica. Sin embargo con la reciente desaparición del SNEM cuyo personal fue incorporado directamente al MSP, el país pasa por un cuello de botella, en donde nuevos brotes epidémicos puedan emerger en zonas en donde la transmisión ya estaba controlada. En la actualidad, rutinariamente, el MSP realiza la detección de casos a través de pruebas serológicas, principalmente en la población escolar y trabaja con el INSPI y las unidades de salud para la realización de pruebas

diagnósticas confirmatorias y tratamiento de los casos positivos. Esto incluye capacitación a los equipos de salud sobre prevención, monitoreo, diagnóstico y tratamiento de Chagas (MSP, 2013).

Se ha demostrado que el control vectorial es el método más efectivo para prevenir la infección de *T. cruzi* y el desarrollo de la enfermedad. Por lo tanto, es necesario investigar las interacciones biológicas vector-parásito y la influencia de factores ambientales en la transmisión del agente causal con el fin de crear estrategias de control exitosas. El estudio de la prevalencia del vector en un área endémica en la costa ecuatoriana y su porcentaje de infección parasitaria tiene tanto un impacto a nivel local como nacional. Determinar la presencia del vector en las áreas peridomiciliarias de Santa Rosa y las variables que influyen en su infestación permite: identificar el estado actual de la comunidad con respecto a la enfermedad de Chagas, concientizar a su población y advertir a las autoridades sobre los posibles riesgos para la salud de la gente. Además, la identificación de áreas de transmisión activa permitirá al MSP tomar medidas de control vectorial dirigidas en esa zona y en todo el Ecuador. La implementación de estas estrategias tendría más impacto si se conoce acerca de la selección de hábitat de los insectos vectores, factores de riesgo asociados a su presencia en el domicilio, patrones de migración y colonización de los vectores y la preferencia de cierto tipo de tripanosoma (*T. cruzi*, *T. rangeli*) por determinada especie de triatomino (*T. dimidiata*, *Rhodnius. ecuadoriensis*). Esta información también contribuye al establecimiento de medidas de salud pública y de esta manera reduce la morbimortalidad y a su vez la carga socioeconómica de esta enfermedad parasitaria incapacitante.

METODOLOGÍA

El principal objetivo del estudio es determinar el porcentaje de infección del parásito *Trypanosoma cruzi* en el vector *Triatoma dimidiata*. Adicionalmente, se pretende identificar ciertos factores bióticos y abióticos en el peridomicilio asociados con la presencia de triatomíneos. Para cumplir con estos objetivos, se realizó un estudio epidemiológico transversal con el fin de obtener la prevalencia de infección del parásito en los vectores recolectados en un momento dado en el tiempo. Así también la metodología del estudio permite determinar si existen factores de riesgo predictores de la presencia de triatomíneos en el peridomicilio. El tipo de variables independientes que se analizaron son las siguientes: altura (≤ 40 o > 40 m), estructura de la casa (paredes de madera, ladrillo o concreto; techos de zinc o tejas), presencia de animales, materiales de construcción almacenados en el peridomicilio (caña, madera, concreto, roca, metal y basura), presencia de un gallinero y proximidad a la vegetación. Las variables dependientes analizadas serían la presencia de triatomíneos en estas áreas de búsqueda. La muestra incluye todas las áreas peridomiciliarias del Barrio Santa Rosa, Bajada de Chanduy. Se excluyeron aquellas áreas en las que no se podía ingresar por falta de autorización de los moradores.

Estudio Entomológico

La recolección de vectores *T. dimidiata* se realizó en el barrio Santa Rosa, comuna Bajada de Chanduy localizado al suroeste de la provincia de Santa Elena, Ecuador (S 02° 18.434, W 80° 17.200). La búsqueda entomológica fue ejecutada por personal del MSP

(Ministerio de Salud Pública) en las áreas peridomiciliarias de las casas que voluntariamente decidan participar en el estudio. Idealmente se pretendía tener una cobertura de búsqueda del 100% de las casas del pueblo. Las áreas peridomésticas donde se realizó la búsqueda incluyen acumulaciones de madera, escombros, tejas o apilamientos de piedras, es decir potenciales hábitats para el desarrollo de huevos, ninfas y adultos de chinchorros. Adicionalmente, estas áreas son lugares de descanso de animales domésticos y mamíferos salvajes, que son fuentes de alimento para estos vectores hematófagos. Los especímenes colectados fueron colocados en frascos de muestra de orina con su respectiva identificación y transportados al insectario del laboratorio de entomología de la USFQ (BSL-2) para su análisis posterior. La identificación de los chinchorros fue confirmada usando claves taxonómicas. La búsqueda y recolección fue supervisada por personal del MSP y con las medidas de precaución necesarias. Se obtuvieron permisos de recolección de especímenes por el Ministerio del Ambiente. La manipulación de los vectores se realizó siguiendo protocolos estándar del CDC (Centro para la prevención y control de enfermedades).

Estudio Epidemiológico

Durante la búsqueda de triatominos, en las áreas peridomiciliarias, se observaron las características externas de las casas y sus alrededores y se tomaron en cuenta variables tales como: altura, estructura de la casa, presencia de animales, materiales de construcción almacenados, presencia de gallineros y proximidad a la vegetación. Se estableció una asociación de cada variable analizada con la presencia del vector.

Estudio Microscópico

Una vez transportados los vectores al laboratorio de entomología de la USFQ, se

procedió a clasificarlos de acuerdo a su estadio de desarrollo (ninfa grado I-IV y adulto). Una vez clasificados, se extrajo heces y contenido intestinal de cada insecto recolectado. Para este procedimiento, se presionó el abdomen del triatomino hasta obtener una muestra, la misma que se observó en el microscopio para detectar aquellos vectores infectados con *T. cruzi*. Si no se obtuvo una muestra fecal por presión abdominal, se realizó un corte en el abdomen del vector y se aspiró contenido intestinal con una jeringa de insulina. La muestra de material fecal fue disuelta en solución salina al 0.9% y observada en el microscopio de luz a 40X con el fin identificar la presencia de estadios móviles del parásito, particularmente tripomastigotes de *T. cruzi* (Jiménez, 2013). Esta actividad se realizó con todas las medidas de bioseguridad, utilizando guantes, gafas, mandil y mascarilla de protección. Las heces restantes se preservaron en buffer TE (Tris-EDTA) y el cuerpo del insecto en etanol al 96% y se almacenaron a -20 °C para análisis moleculares futuros (Jiménez, 2013).

Análisis de Datos

Por medio del test exacto de Fisher se determinó si ciertas características del domicilio y peridomicilio se asocian significativamente (valor p) a la presencia de los triatominos.

Las características que se tomaron en cuenta se detallaron anteriormente.

Posteriormente, se determinó el total de vectores *T. dimidiata* encontrados por casa y el porcentaje de infección de los vectores con *T. cruzi* de acuerdo a su estadio de desarrollo.

Adicionalmente, esta información permitió calcular índices entomológicos de *T. dimidiata* en ese sector (Barrio Santa Rosa, Bajada de Chanduy) tales como: índice de infestación, densidad de los insectos por casa e índice de colonización.

RESULTADOS

La colecta de vectores se llevó a cabo en Santa Rosa, Bajada de Chanduy, por medio de personal entrenado del MSP (Fig. 1). Las áreas peridomiciliarias donde se realizó la búsqueda incluyen: pilas de madera, caña, basura, tejas, cemento, ladrillos, zinc y carbón así como también jardines, huertos, gallineros, corrales y/o áreas de descanso de animales domésticos. La búsqueda se limitó a áreas peridomiciliarias, no se extendió a zonas de vegetación selvática próximas a la propiedad ni se ingresó a las viviendas. El barrio de Santa Rosa, Bajada de Chanduy, tiene un total de 60 casas. Entre estas, trece casas del pueblo estaban cerradas al momento de la búsqueda y los habitantes de una casa no autorizaron para que el equipo del MSP realice la búsqueda en su peridomicilio. Por lo tanto, se exploró el área peridomiciliaria de un total de 44 casas. La mayoría de casas eran de cemento, tenían puertas de madera, suelo de tierra y techos de zinc. Una minoría de casas fue construida exclusivamente con madera y caña. Adicionalmente, la mayoría de domicilios tenían un patio (adelante y/o atrás de la casa) con pilas de material de construcción orgánico e inorgánico y la presencia de animales domésticos (principalmente gallinas, cerdos y perros).

Únicamente se encontraron vectores triatominos en el área peridomiciliaria de 3 casas de Santa Rosa, Bajada de Chanduy. En particular, se recolectaron un total de 71 triatominos de diferentes estadios de desarrollo en estas 3 casas (Fig. 2). Entre estos, 68 especímenes fueron encontrados en una pila de caña almacenada en el patio de una de las casas (12 adultos y 56 ninfas). El patio de esta casa tenía unos pocos árboles, suelo de tierra y un gallinero lleno de gallinas. Esta área también contenía basura y otros materiales de construcción (madera, zinc y basura) pero los insectos vectores se encontraban

exclusivamente en la caña. Adicionalmente, se encontraron dos especímenes (1 adulto y 1 ninfa grado V) en una casa cercana. Finalmente, se encontró un vector ninfa grado IV en otra casa en el barrio Santa Rosa, Bajada de Chanduy (Fig. 2). Los triatominos de las dos últimas casas fueron recolectados en pilas de madera, caña y basura en el patio de atrás de aquellas viviendas. Las 3 casas positivas para la presencia de vectores estaban localizadas en un área del pueblo rodeada de abundante vegetación (Fig. 2).

Se realizó el test exacto de Fisher para determinar si ciertas características de la casa o sus alrededores están asociados a la presencia de triatominos. Las variables analizadas se detallaron en la sección de métodos y en la Tabla 1. Se encontró una asociación significativa entre la presencia de triatominos y las paredes de madera del domicilio ($p=0.006$), animales domésticos ($p=0.027$), gallinero ($p=0.027$), caña almacenada ($p=0.004$) y la proximidad de la vivienda a la vegetación ($p=0.034$) (Tabla 1). Adicionalmente, la ausencia de paredes de concreto también está asociado a la infestación domiciliaria ($p=0.027$) (Tabla 1).

Con la información obtenida de la búsqueda vectorial en el barrio Santa Rosa, se calcularon los siguientes índices entomológicos: índice de infestación, densidad, aglomeración e índice de colonización (Tabla 2). Se encontraron vectores *T. dimidiata* en 6.8% de las 44 casas que se inspeccionaron. La densidad de triatominos es de 1.6 insectos por casa (Tabla 2.) Así también, la aglomeración vectorial es de 23.7 insectos por casa infestada. Por último, ninfas de *T. dimidiata* fueron encontradas en 100% de las casas infestadas.

De los 71 triatominos recolectados, se extrajo heces y contenido intestinal de 29 especímenes (13 adultos y 16 ninfas). No fue posible obtener muestras suficientes para los

análisis microscópicos de los especímenes restantes. Se detectaron tripanosomas móviles por microscopía en 21 de 29 especímenes. Los triatominos infectados se describen en la Tabla 3 de acuerdo a su estadio de desarrollo. Tomando en cuenta únicamente el total de vectores estudiados por microscopía (29 triatominos), el porcentaje de infección es de 72.4% (95% CI=52.8-87.3).

CONCLUSIONES

La búsqueda vectorial se realizó en una zona endémica conocida como Bajada de Chanduy, en la frontera entre la provincia de Guayas y Santa Elena. El control de la transmisión de la enfermedad de Chagas está estrechamente relacionado con la especie de vector portador de *T. cruzi* el cuál varía según la región. *T. dimidiata* es el vector principal de la costa ecuatoriana, ocurre en áreas bajas y secas incluyendo el desierto tropical de la península de Santa Elena. Se caracteriza por su habilidad para colonizar hábitats domésticos y peridomésticos (Abad-Franch *et al.*, 2001). Estudios anteriores en la península, particularmente en una zona llamada General Villamil Playas, provincia de Guayas, demuestran una prevalencia del parásito *Trypanosoma cruzi* en el vector *Triatoma dimidiata* del 72.33% (Jiménez, 2013). El presente estudio confirmó la presencia de *Triatoma dimidiata* como vector principal de la región con un porcentaje de infección vectorial del 72.4%. Esta cifra es comparable con la obtenida en comunidades aledañas (Jiménez, 2013) y demuestra una presencia activa de *T. cruzi* en el barrio Santa Rosa, Bajada de Chanduy, donde la población humana se encuentra en riesgo de contraer el parásito. Adicionalmente, los resultados reflejan la necesidad de implementar estrategias de control vectorial en esta zona.

Como se mencionó anteriormente, no fue posible realizar la búsqueda en todas las casas del barrio Santa Rosa debido a factores impredecibles (N= 44, total =60). Por lo tanto el número total de casas positivas para la presencia de vectores (N=3) puede estar infra o sobre estimado. Esto también tiene implicaciones en el análisis previo de los determinantes domésticos y peridomésticos para la infestación domiciliaria por *Triatoma dimidiata*. A pesar

que las variables tales como la presencia de animales, gallinero, caña almacenada y la proximidad a la vegetación, están significativamente asociadas a la presencia de triatominos, no se puede concluir que estos son factores de riesgo dado el bajo número de casas infestadas (N=3). Sin embargo, varios estudios en América Latina han demostrado una asociación positiva entre la infestación domiciliar por triatominos y pobres condiciones sanitarias, presencia de animales (roedores, gallinas, perros), almacenamiento de material de construcción (Andrade *et al.*, 1995; Dumonteil *et al.*, 2013; Ramsey *et al.*, 2005; Starr *et al.*, 2001). Estas condiciones promueven un refugio ideal para los vectores hematófagos y una rica fuente de alimento. Así también la proximidad de la vegetación crea un escenario favorable para la re- infestación domiciliar. La baja condición socioeconómica asociada a las pobres condiciones de vivienda, influye tanto en la presencia constante del vector y la subsecuente infección parasitaria, así como también, en la evolución descontrolada de la enfermedad. Esto se debe a la falta de detección oportuna y acceso a servicios de salud. El estudio de estos determinantes de invasión es crítico para un control vectorial a largo plazo y puede ayudar a explicar la variabilidad de infestación entre casas del mismo pueblo.

Es importante mencionar que 68 de 71 triatominos recolectados en Bajada de Chanduy, se encontraron exclusivamente en una casa (casa # 2) y solo 3 especímenes se encontraron en el resto de las casas (casa # 4 y casa # 5) (Fig. 2). Hubo presencia de ninfas en todas las casas infestadas lo que indica que los vectores se están reproduciendo activamente y probablemente su población está creciendo. A medida que los triatominos colonizan el peridomicilio y se acercan a animales domésticos y personas, el riesgo de infección por *T. cruzi* incrementa dramáticamente. Dado que todos los especímenes en la casa # 2 fueron

encontrados en una pila de caña, es posible que esta es la fuente principal de triatomos en el pueblo y constituye un hábitat propicio para su supervivencia y reproducción. Sin embargo, según los propietarios de la casa, ese material provino de otro lado. Es decir, no está claro si los triatomos fueron importados junto con la caña o si una población local de vectores colonizó el hábitat posteriormente. Un análisis genético de los vectores recolectados ayudaría a dilucidar el origen y la estructura de esta población particular de triatomos. Además, el estudio genético de esta población de *T. dimidiata* permitiría comparar su variabilidad genética con otras poblaciones (locales y externas) así como también determinar la distribución geográfica y estatus migratorio de estos vectores. Adicionalmente, existe un parásito no patogénico conocido como *Trypanosoma rangeli* que infecta los mismos hospedadores y vectores insectos que *Trypanosoma cruzi*, y también está presente en las mismas áreas geográficas. *T. cruzi* y *T. rangeli* son similares morfológicamente y existe reacción cruzada en pruebas inmunológicas y moleculares entre ambos vectores (Vallejo *et al.*, 2002; Pavia *et al.*, 2007). Esto dificulta la identificación parasitaria y puede interferir en el estudio de la epidemiología de la Enfermedad de Chagas en el Ecuador. Por lo tanto, la diferenciación entre *T. rangeli* y *T. cruzi* a través de estudios genéticos es crucial y tiene implicaciones médicas. La presencia de *T. rangeli* podría explicar por qué, a pesar de la alta infección de *T. cruzi* en *T. dimidiata*, existe baja seropositividad en hospedadores humanos en ciertas zonas de la costa ecuatoriana. Otra explicación reportada en un área con alto porcentaje de infección vectorial y baja seroprevalencia de Chagas (Pedro Carbo, Ecuador), sugiere que la presencia de animales domésticos (fuente de alimento a colonias peridomiciliarias de chinchorros) constituye una barrera natural que hace que los vectores no se alimenten del hombre y se mantenga el ciclo de *T. cruzi* en el

peridomicilio apartado de las viviendas (Guevara *et al.*, 2005). Más estudios son necesarios para corroborar estos escenarios epidemiológicos. Sería interesante también identificar las fuentes de sangre de chinchorros peridomiciliares y hacer búsquedas dentro de los domicilios en estos focos endémicos de Chagas. El conocimiento de la biología y la genética de los vectores más prevalentes, su estado de infección (*T. cruzi*, *T. rangeli* o ambos) y su distribución es esencial para comprender la dinámica de transmisión de la Enfermedad de Chagas.

El estudio tiene varias limitaciones. En primer lugar, como se mencionó anteriormente, de los 71 triatominos recolectados, se extrajo heces y contenido intestinal de 29 especímenes (13 adultos y 16 ninfas). No se pudo obtener muestras para el estudio microscópico del resto de vectores principalmente por la dificultad de extracción de heces en ninfas grado I-III. Esta limitación puede llevar a un subestimado del porcentaje de infección en especímenes de menor estadio o a que se favorezca la detección de parásitos en mayores grados de desarrollo (Pizarro, Lucero, Stevens, 2007). Por otro lado, es importante mencionar que los triatominos deben estar vivos el momento de la extracción de las heces porque se observan parásitos móviles en el microscopio. Una vez que el vector muere se reduce mucho la posibilidad de detectar al parásito en las heces del triatolino. Las ninfas de chinchorros por su menor tamaño son más delicadas y es más difícil transportarlas vivas hacia el laboratorio. Así también, el método para detectar tripanosomas móviles por microscopía depende de la habilidad del observador. Para determinar la prevalencia parasitaria se debe observar al menos 50 campos lo que toma aproximadamente 10 minutos por muestra (Pizarro *et al.*, 2007) lo que incrementaría la posibilidad de cometer errores después de varias horas de

trabajo. Todas estas limitaciones se pueden prevenir en gran medida por medio del análisis molecular por PCR, un método más sensible para detectar la presencia de *Trypanosoma cruzi* en el vector *Triatoma dimidiata*. Estudios indican que el índice de concordancia kappa entre ambos métodos es moderado (Kappa = 0.43 +/- 0.07) (Pizarro *et al.*, 2007). Estudios sobre la prevalencia de *T. cruzi* en *T. infestans* demuestran que la sensibilidad de PCR es 100% significativamente mayor a la de microscopía, 69.64% ($\chi^2 = 44.45$. P < 0.0001) (Pizarro *et al.*, 2007). El PCR permite también que la muestra sea procesada varios meses luego de que el espécimen fue recolectado o posterior a la extracción de las heces. Esto facilita la detección de parásitos en países endémicos, como el Ecuador, donde la recolección de vectores es en áreas de difícil acceso y se retrasa el transporte al laboratorio (Pizarro *et al.*, 2007). Así también con la técnica de PCR se requiere menor muestra de heces sobretodo en ninfas de menor grado donde la extracción es difícil y la estandarización del proceso aumenta la reproducibilidad de los resultados. Por último, con el PCR se puede amplificar el ADN y analizar varias muestras simultáneamente y por medio de PCR cuantitativo se puede obtener una medida de cuántos parásitos hay en cada insecto (Pizarro *et al.*, 2007). Por otra parte, una desventaja del PCR es la dificultad para obtener ADN de buena calidad en muestras de heces de triatominos. Un problema adicional en la detección de *T. cruzi* por medio de PCR, son los potenciales falsos positivos debido a contaminación. En conclusión, tanto el PCR como la microscopía, son métodos complementarios y una herramienta útil para la detección de *T. cruzi* en heces de triatomino. La microscopía es un método más barato y de mayor acceso particularmente en países como el Ecuador. Esta técnica tiene importancia epidemiológica porque no requiere de mucho entrenamiento y permite un monitoreo continuo del estado de infección de los vectores en las comunidades.

Considerando la posibilidad de que un mayor número de muestras esté infectadas, es importante correlacionar los resultados de microscopía con los de PCR. Hay muchas dudas todavía por resolver a través de estudios moleculares tales como: análisis filogenético de las diferentes especies de *T. cruzi*, *T. rangeli* o *ambos*, caracterización de cepas de *T. dimidiata*, patrones de migración, ciclos de transmisión, patogenicidad y reservorios animales. Así también estos datos se deben contrastar con estudios clínicos moleculares y serológicos para detectar infección en humanos. El análisis molecular de las muestras estudiadas es tema de investigación de otra tesis de pregrado en ejecución en el laboratorio de Entomología Médica & Medicina Tropical de la USFQ.

El estudio de los factores asociados a la infestación domiciliar por *T. dimidiata* así como el porcentaje de infección parasitaria, ayuda a entender la interacción del parásito con su hospedador y el medio ambiente. Se conoce que la forma más efectiva de reducir la incidencia de la enfermedad es restringiendo la transmisión vectorial. El progreso de las actividades de control de vectores en América Latina está limitado por la falta de conocimiento de las poblaciones vectoriales lo que a su vez influencia la efectividad de las estrategias de control en la región (Guhl, 2007). Esto demuestra la necesidad de establecer medidas que reflejen las necesidades de la población en riesgo y que den resultados a corto y a largo plazo.

Las estrategias de control vectorial deben tomar en cuenta dos problemas actuales: la resistencia a los insecticidas y la reinfestación domiciliar (Bern, 2015). En primer lugar se ha observado que la interrupción de la transmisión vectorial se dificulta con la migración de

los triatominos desde las zonas selváticas hacia el peridomicilio y consecuentemente la colonización domiciliaria constante. En particular, estudios demuestran que la re-infestación de las casas por insectos adultos (posiblemente de áreas selváticas y peridomiciliarias) empieza cuatro meses luego de la aplicación de insecticidas (Dumonteil *et al.*, 2004). La transmisión de la enfermedad continua ya sea por recolonización o re-emergencia de poblaciones de insectos sobrevivientes. Así también se ha documentado que la infestación domiciliaria varía de manera significativa con las estaciones (Dumonteil *et al.*, 2004). Esto implica que no es suficiente eliminar exclusivamente los vectores domésticos y que se debe estudiar el comportamiento de los mismos en el área donde se pretende desarrollar programas preventivos.

Finalmente, el presente estudio indica la importancia del manejo del peridomicilio como un componente crucial en la prevención de la transmisión vectorial. Los humanos facilitan la colonización de los triatominos con la presencia de animales domésticos y material almacenado. Es por esta razón que los programas de control deben, por un lado, evitar el contacto con los triatominos a través del uso de insecticidas y vigilancia entomológica pero, por otro lado, mejorar la calidad de las viviendas rurales, garantizar los servicios básicos (alcantarrillado, agua potable, recolección de basura) y mantener limpia el área peridomiciliaria (Zeledón & Rojas, 2006). Adicionalmente, se debe dar una instrucción permanente a la comunidad y contar con su participación en el monitoreo de la infección (Abad-Franch *et al.*, 2001). Aparte de evitar la transmisión de Chagas, el manejo del peridomicilio tiene otros beneficios para la salud y además evita el contagio de otras enfermedades vectoriales. Si no se invierte paralelamente en estos proyectos, no habrá un

cambio sostenible y sustancial en la salud de la población. Se debe recordar que Chagas es una enfermedad de la pobreza y que la mejor forma de combatirla es cambiando la realidad de las personas junto con el apoyo científico tanto clínico como epidemiológico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad-Franch, F., Paucar, C., Carpio, C., Cuba, C., Aguilar, M., & Miles, M. (2001). Biogeography of Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) in Ecuador: Implications for the design control strategies. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 96, 611-620.
- Aguilar, H., Abad-Franch, F., Racines, & V., Paucar, C. (1999). Epidemiology of Chagas Disease in Ecuador. A Brief Review. *Mémoires do Instituto Oswaldo Cruz*, 94, 387–393.
- Aguilar, H., Abad-Franch, F., Dias, L., Junqueira, A., & Coura, J. (2007). Chagas Disease in the Amazon Region. *Mémoires do Instituto Oswaldo Cruz*, 102, 47–55.
- Andrade, A., Zicker, F., De Oliveira, R., Da Silva, I., Silva, S., De Andrade, S., Martelli, C. (1995). Evaluation of risk factors for house infestation by *Triatoma infestans* in Brazil. *American Journal of Tropical Medicine*, 53, 443–447.
- Bern, C. (2015). Chagas' Disease. *New England Journal of Medicine*, 373, 456-466.
- Dumonteil, E., Nouvellet, P., Rosecrans, K., Ramirez-Sierra, M., Gamboa-León, R., Cruz-Chan, V., Rosado- Vallado, M., Gourbiere, S. (2013). Eco-bio-social determinants for house infestation by non-domiciliated *Triatoma dimidiata* in the Yucatan Peninsula, Mexico. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 7, 1–9.
- Dumonteil, E., Ruíz-Piña, H., Rodríguez-Félix, E., Barrera-Pérez, M., Ramírez-Sierra, M., Rabinovich, J. & Meno, F. (2004). Re-infestation of houses by *Triatoma dimidiata* after intra-domicile insecticide application in the Yucatán Peninsula, Mexico. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 99, 253-256.
- FIND. (2015). Chagas Disease (American Trypanosomiasis). Obtenido: Marzo 18, 2015, de <http://www.finddiagnostics.org/programs/hat-ond/chagas/>
- Guevara, A., Garzón, E., Bowen, C., Córdova, X., Gómez, E., Ouaiissi, A. (2005). High infection rates of *Triatoma dimidiata* are associated with low levels of *Trypanosoma cruzi* seroprevalence in Pedro Carbo, Ecuador: Use of a tc24 gene-based PCR approach. *Parasite*, 12, 65–68.
- Guhl, F. (2007). Chagas disease in Andean Countries. *Mémoires do Instituto Oswaldo Cruz*,

102, 29–37.

Jiménez, S. (2013). Caracterización molecular de cepas de *Trypanosoma cruzi* mediante la técnica de PCR en muestras recolectadas en cuatro comunidades del cantón General Villamil Playas, provincia del Guayas. *Escuela Politécnica del Ejército*, 1, 61-66.

Ministerio de Salud Pública. (2013). Proyecto de vigilancia y control de vectores para la prevención de la transmisión de enfermedades metaxenicas en el Ecuador 2013-2017.

Obtenido Marzo 18, 2015, de

<http://instituciones.msp.gob.ec/dps/snem/images/proyectocontroldevectoresmetaxenicas.pdf>

Pavia, P., Vallejo, G., Montilla, M., Nicholls, R., Puerta, C. (2007). Detection of *Trypanosoma cruzi* and *Trypanosoma rangeli* infection in triatomine vectors by amplification of the histone H2A/SIRE and the SNO-RNACL1 Genes. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo*, 49, 23–30.

Pizarro, J., Lucero, D., Stevens, L. (2007). PCR reveals significantly higher rates of *Trypanosoma cruzi* infection than microscopy in the Chagas vector, *Triatoma infestans*: High rates found in Chuquisaca, Bolivia. *BMC Infectious Diseases*, 7, 66.

Ramsey, J., Alvear, A., Ordoñez, R., Muñoz, G., García, A., López, R., Leyva, R. (2005). Risk factors associated with house infestation by the Chagas disease vector *Triatoma pallidipennis* in Cuernavaca metropolitan area, Mexico. *Medical and Veterinary Entomology*, 19, 219–228.

Starr, M., Rojas, J., Zeledón, R., Hird, D., Carpenter, T. (1991). Chagas' disease: risk factors for house infestation by *Triatoma dimidiata*, the major vector of *Trypanosoma cruzi* in Costa Rica. *American Journal of Epidemiology*, 133, 740–747.

Vallejo, G., Gulh, F., Carranza, J., Lozano, L., Sánchez, J., Jaramillo, J., Gualtero, D., Castañeda, N., Silva, J., Steindel, M. (2002). kDNA markers define two major *Trypanosoma rangeli* lineages in Latin America. *Acta Tropica*, 81, 77–82.

World Health Organization. (2013). American Trypanosomiasis, an Online Reference.

Obtenido Marzo 18, 2015, de

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs340/en/>

Zeledón, R., & Rojas J. (2006). Environmental management for the control of *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811), (Hemiptera: Reduviidae) in Costa Rica: a pilot project. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 101, 379-386.

ANEXO A: TABLAS

Tabla 1. Potenciales factores de riesgo asociados a la infestación domiciliar por el vector *T. dimidiata* en el barrio Santa Rosa, Bajada de Chanduy.

Variables	Casas visitadas		valor p
	Casas no infestadas (N=41)*	Casas Infestadas (N=3)*	
Paredes de cemento			
-	11 (26.8)	3 (100)	
+	30 (73.2)	0	0,027
Paredes de madera			
-	35 (85.4)	0	
+	6 (14.6)	3 (100)	0,006
Paredes de ladrillo			
-	35 (87.8)	3 (100)	
+	6 (12.2)	0	1
Techo de zinc			
-	7 (17)	0	
+	34 (83)	3 (100)	1
Techo de teja			
-	33 (80.4)	3 (100)	
+	8 (19.6)	0	1
Animales domésticos			
-	30 (73.2)	0	
+	11 (26.8)	3 (100)	0,027
Gallinero con gallinas			
-	30 (73.2)	0	
+	11 (26.8)	3 (100)	0,027
Material almacenado			
-	11 (26.8)	0	
+	30 (73.2)	3 (100)	0,562
Madera			
-	24 (58.5)	0	
+	17 (41.5)	3 (100)	0,086
Caña			
-	36 (87.8)	0	
+	5 (12.2)	3 (100)	0,004
Piedra/Roca			
-	37 (90.2)	3 (100)	
+	4 (9.8)	0	1

Cemento			
-	36 (87.8)	2 (66.7)	
+	5 (12.2)	1 (33.3)	0,363
Metal			
-	38 (92.7)	3 (100)	
+	3 (7.3)	0	1
Basura			
-	26 (63.4)	2 (66.7)	
+	15 (36.6)	1 (33.3)	1
Proximidad a la vegetación			
-	29 (70.7)	0	
+	12 (29.3)	3 (100)	0,034
Altitud			
≤ 40 m	23 (56.1)	2 (66.7)	
>40 m	18 (43.9)	1 (33.3)	1

* los números en parentesis son porcentajes.

(+) presencia de esa variable

(-) ausencia de esa variable

Tabla 2. Índices entomológicos del vector *T. dimidiata* recolectado en Bajada de Chanduy.

Barrio	Provincia	Índice de infestación (%)	Densidad	Aglomeración	Índice de colonización (%)
Santa Rosa	Santa Elena	6.8	1.6	23.7	100

Tabla 3. Vectores *T. dimidiata* infectados con *T. cruzi* de acuerdo a su estadio de desarrollo.

Vectores infectados	
Estadio	#
Adulto	10
Ninfa V	5
Ninfa IV	3
Ninfa III	3
Total	21 (72.4%)

ANEXO B: FIGURAS

Figura 1. Área de estudio: Barrio Santa Rosa, comuna Bajada de Chanduy, provincia de Santa Elena, Ecuador. 10 miles = 10 millas.

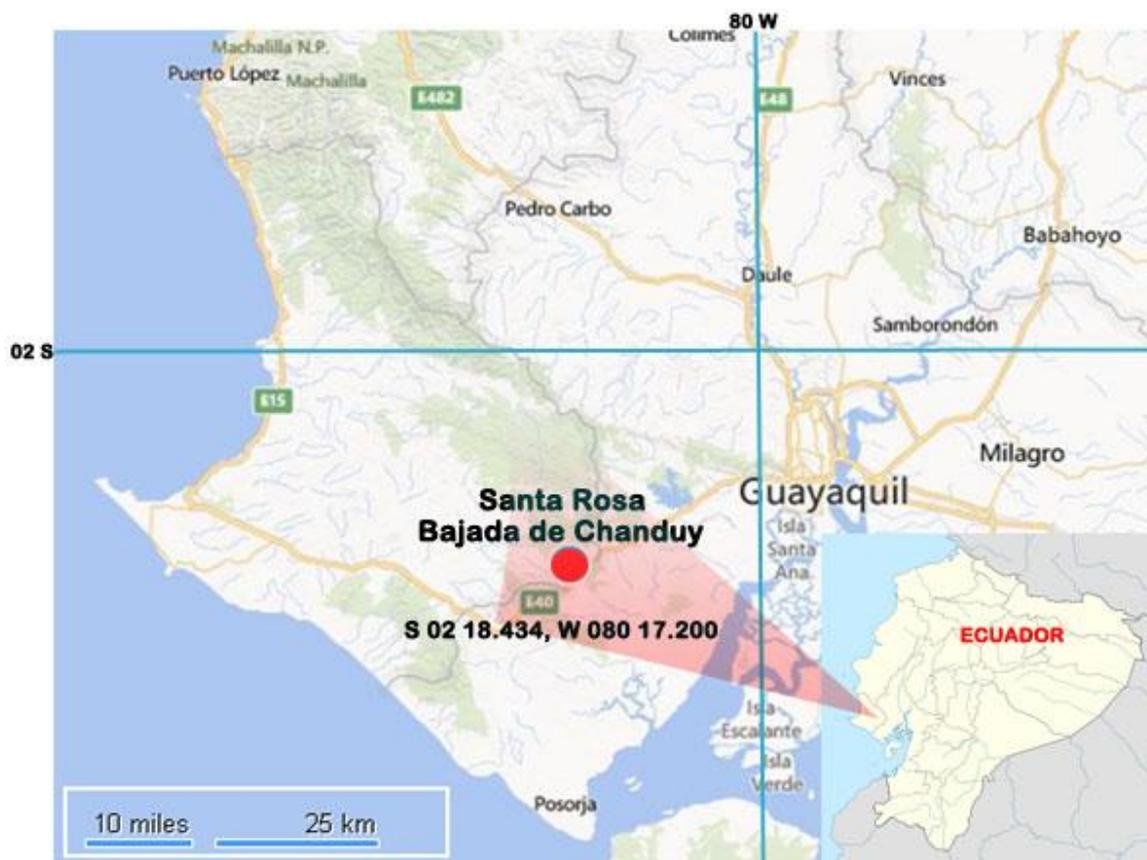


Figura 2. Barrio Santa Rosa, Bajada de Chanduy. Las casas donde se encontró *T. dimidiata* se muestran en círculos rojos (los números fuera de los círculos rojos corresponden al total de especímenes recolectados en cada casa). 100 ft=100 pies.



